

**ВЛИЯНИЕ НАТЕКАНИЯ НА КАЧЕСТВО ГУБЧАТОГО ТИТАНА**

Червоный И.Ф., Листопад Д.А., \*Маслеников А.Н.

Запорожская государственная инженерная академия, г. Запорожье, rot@zgia.zp.ua

\*Казенное предприятие «Запорожский титано-магниевый комбинат»

Производство губчатого титана основано на магниетермическом восстановлении тетрахлорида титана с образованием блоков, поверхность которых подвергается очистке от слоев губки с повышенным содержанием примесей. Примеси попадают на поверхность и в объем блока по таким возможным источникам: железо и никель - в результате диффузии компонентов из стали реторты, в которой проводят процесс; азот и кислород - из воздуха: натеканием в реторту при вакуумной сепарации реакционной массы (РМ), адсорбцией на продуктах реакции и стенках реактора при перемонтаже, а также с исходными веществами.

Интенсивное поглощение титаном водорода начинается при 250 °, кислорода при 400 ° и азота при 600 °С. С дальнейшим повышением температуры активность титана резко возрастает. Несмотря на меньшую активность титана по отношению к азоту, чем к кислороду, он является единственным элементом, способным гореть в азоте. Так же как и кислород, азот образует с  $\alpha$ - и  $\beta$ -фазами титана твердые растворы внедрения. Предельная растворимость азота в  $\beta$ -фазе (2 %) примерно такая же, как и кислорода, а в  $\alpha$ -фазе несколько ниже (7,5 %). Азот также является сильным стабилизатором  $\alpha$ -фазы. При высоких содержаниях азота в титане образуются промежуточные фазы типа нитридов титана

Наиболее резко повышают прочность и снижают пластичность титана азот и кислород, поэтому содержание примесей этих элементов строго регламентируются. При содержании 0,5 % азота титан становится хрупким, при 0,5 % кислорода титан достаточно пластичен. При 0,75 % кислорода титан еще подвергается ковке. В малых количествах (до 0,2 %) кислород можно вводить в титан специально с целью его упрочнения, тогда как азот при этом содержании приводит к образованию хрупкой  $\alpha$ -фазы мартенситного типа.

Зависимость массы ( $\chi$ ) попадающего азота и кислорода от величины натекания и длительности сепарации рассчитывается по формуле (1):

$$\chi = \omega \cdot \tau \cdot n \cdot 60 \cdot 1,7012 \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где  $\omega$  - массовая доля азота и кислорода в воздухе [ $N_2$  – 0,7550 и  $O_2$  – 0,2310 ];  $\tau$  - продолжительность сепарации, часов (36 часов для 1-го сорта РМ, 39 часов для 2-го сорта РМ, 42 часа для 3-го сорта РМ,);  $n$  - численное значение натекания, л·мкм. рт. ст./мин; 60 - коэффициент пропорциональности - количество минут в часе при расчете продолжительности сепарации в часах;  $1,7012 \cdot 10^{-6}$  - коэффициент пропорциональности численно равный массе воздуха попадающего в реторту через неплотности при натекании равном 1 л·мкм. рт. ст./мин.

Доля ( $\eta$ ) газовых примесей азота и кислорода от величины натекания и длительности сепарации рассчитывается по формуле (2):

$$\eta = \omega \cdot \tau \cdot n \cdot \frac{60}{9 \cdot 10^5} \cdot 1,7012 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $9 \cdot 10^5$  - коэффициент пересчета в массовые проценты, численно равен средней массе губчатого титана получаемого за один цикл восстановления-сепарации.

Максимально допустимое содержание азота в ТГ составляет от 0,02 до 0,3 % (по массе), поэтому, если предположить что весь азот поступить в ТГ только через натекание то максимально допустимое натекание составляет 50 л·мкм. рт. ст./минуту) что составляет 10 кратное превышение от допустимого по технологическим нормам.